



⑯ Aktenzeichen: 199 63 930.2  
⑯ Anmeldetag: 31. 12. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 12. 7. 2001

- ⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE
- ⑯ Vertreter:  
Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188 Stuttgart

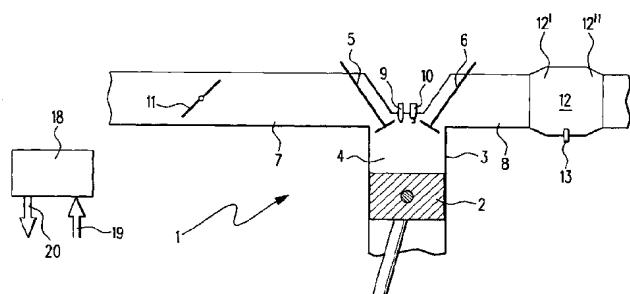
- ⑯ Erfinder:  
Schnaibel, Eberhard, 71282 Hemmingen, DE; Roth, Andreas, 75417 Mühlacker, DE; Koring, Andreas, 71636 Ludwigsburg, DE; Rittmann, Beate, 71706 Markgröningen, DE; Bellmann, Holger, Dr., 71636 Ludwigsburg, DE; Blumenstock, Andreas, 71638 Ludwigsburg, DE; Winkler, Klaus, 71277 Rutesheim, DE
- ⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 198 23 513 C1  
DE 196 44 139 A1  
DE 195 47 646 A1  
DE 44 30 965 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs

⑯ Es wird eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug beschrieben, bei der Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase in einen Brennraum (4) einspritzbar ist, und bei der ein Katalysator (12) mit Abgasen beaufschlagbar ist. Durch ein Steuergerät (18) ist in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur zumindest eine zusätzliche Einspritzung nach einer Verbrennung durchführbar.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, und bei dem ein Katalysator mit Abgasen beaufschlagt wird. Ebenfalls betrifft die Erfindung ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs sowie eine Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

Ein derartiges Verfahren, ein derartiges Steuergerät und eine derartige Brennkraftmaschine sind beispielsweise bei einer sogenannten Benzin-Direkteinspritzung bekannt. Dort wird der Kraftstoff in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase oder in einem Schichtbetrieb während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Homogenbetrieb ist vorzugsweise für den Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine vorgesehen, während der Schichtbetrieb für den Leerlauf- und Teillastbetrieb geeignet ist. Beispielsweise in Abhängigkeit von dem angeforderten Drehmoment wird bei einer derartigen direkteinspritzenden Brennkraftmaschine zwischen den genannten Betriebsarten umgeschaltet.

Für die Konvertierung von Abgasen in dem Katalysator der vorstehend beschriebenen Brennkraftmaschine ist es erforderlich, daß der Katalysator eine vorgegebene Betriebstemperatur aufweist.

Die beschriebene Brennkraftmaschine kann in einem Betriebspunkt betrieben werden, bei dem eine niedrige Abgastemperatur vorhanden ist. Ein derartiger Betriebspunkt liegt z. B. im Leerlaufbetrieb vor, bei dem die Brennkraftmaschine auf einer niedrigen Leerlaufdrehzahl betrieben wird.

In einem derartigen Leerlaufbetrieb wird wenig Kraftstoff in die Brennkraftmaschine eingespritzt. Dies kann zur Folge haben, daß der Katalysator aufgrund der geringen, entstehenden Abgastemperatur ausköhlt. Damit ist eine Konvertierung und damit Reinigung der Abgase der Brennkraftmaschine nicht mehr gewährleistet.

## Aufgabe und Vorteile der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem auch in Betriebspunkten mit einer niedrigen Abgastemperatur eine ausreichende Reinigung der Abgase gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur zumindest eine zusätzliche Einspritzung nach einer Verbrennung durchgeführt wird. Bei einem Steuergerät und einer Brennkraftmaschine der jeweils eingangs genannten Art wird die Aufgabe entsprechend gelöst.

Durch die zusätzliche Einspritzung wird ein brennfähiges Gemisch im Bereich des Katalysators erzeugt. Durch den noch heißen Katalysator wird dieses Gemisch entzündet und verbrannt. Die auf diese Weise erzeugte Wärme verhindert ein Auskühlen des Katalysators. Die Konvertierungsfähigkeit des Katalysators bleibt erhalten und eine Reinigung der Abgase ist somit auch in Betriebspunkten mit einer niedrigen Abgastemperatur gewährleistet.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die Anzahl und/oder die Zeitpunkte der zusätzlichen Einspritzungen derart gewählt, daß eine Betriebstemperatur

des Katalysators nicht unterschritten wird. Diese Anzahl und/oder die Zeitpunkte können vorab ermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, die Anzahl und/oder die Zeitpunkte in Abhängigkeit von der aktuellen Temperatur des Katalysators zu steuern und/oder zu regeln.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die Anzahl und/oder die Zeitpunkte der zusätzlichen Einspritzungen derart gewählt, daß keine Überheizung des Katalysators stattfindet. Auch hier können die Anzahl und/oder die Zeitpunkte vorab bestimmt und/oder aktuell beeinflußt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Temperatur des Katalysators gemessen, und es werden die zusätzlichen Einspritzungen nur dann durchgeführt, wenn eine Grenztemperatur unterschritten wird. Damit können Kraftstoff eingespart und Schadstoffemissionen vermieden werden.

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung der Erfindung im Leerlauf und/oder in der zweiten Betriebsart der Brennkraftmaschine. Der Leerlauf stellt einen Betriebspunkt dar, bei dem eine niedrige Abgastemperatur auftreten kann.

Üblicherweise wird der Leerlauf bei einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine im Schichtbetrieb durchgeführt. Das erfindungsgemäße Verfahren kommt deshalb vorzugsweise im Schichtbetrieb und im Leerlauf der Brennkraftmaschine zum Einsatz.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so daß dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektronisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

## Ausführungsbeispiele der Erfindung

55 Die einzige Figur der Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine.

In der Figur ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein Einlaßventil 5 und ein Auslaßventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlaßventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslaßventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

60 Im Bereich des Einlaßventils 5 und des Auslaßventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10

kann der Kraftstoff in dem Brennraum **4** entzündet werden. Die Brennkraftmaschine **1** weist mehrere derartige Zylinder **3** mit zugehörigen Brennräumen **4**, Kolben **2**, Einlaßventilen **5** und Auslaßventilen **6** auf. Ebenfalls ist jedem der Zylinder **3** ein Einspritzventil **9** und eine Zündkerze **10** zugeordnet.

In dem Ansaugrohr **7** ist eine drehbare Drosselklappe **11** untergebracht, über die dem Ansaugrohr **7** Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe **11**. In dem Abgasrohr **8** ist ein Katalysator **12** untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

Bei dem Katalysator **12** handelt es sich um einen Speicherkatalysator **12'**, der mit einem Drewegekatalysator **12''** gekoppelt ist. Der Katalysator **12** ist damit unter anderem dazu vorgesehen, Stickoxide (NOx) zwischenzuspeichern und diese sowie Kohlenwasserstoffe (HC) zu konvertieren. Für die Konvertierung ist es erforderlich, daß der Katalysator **12** eine Betriebstemperatur von mindestens etwa 350 Grad Celsius aufweist. Unterhalb dieser Betriebstemperatur ist gar keine oder nur eine unvollständige Konvertierung vorhanden.

Ein Steuergerät **18** ist von Eingangssignalen **19** beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine **1** darstellen. Das Steuergerät **18** erzeugt Ausgangssignale **20**, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine **1** beeinflußt werden kann. Unter anderem ist das Steuergerät **18** dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine **1** zu steuern und/oder zu regeln. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät **18** mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

In einer ersten Betriebsart, einem sogenannten Homogenbetrieb der Brennkraftmaschine **1**, wird die Drosselklappe **11** in Abhängigkeit von dem erwünschten Drehmoment teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil **9** während einer durch den Kolben **2** hervorgerufenen Ansaughphase in den Brennraum **4** eingespritzt. Durch die gleichzeitig über die Drosselklappe **11** angesaugte Luft wird der eingespritzte Kraftstoff verwirbelt und damit in dem Brennraum **4** im wesentlichen gleichmäßig verteilt. Danach wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase verdichtet, um dann von der Zündkerze **10** entzündet zu werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs wird der Kolben **2** angetrieben. Das entstehende Drehmoment hängt im Homogenbetrieb unter anderem von der Stellung der Drosselklappe **11** ab. Im Hinblick auf eine geringe Schadstoffentwicklung wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch möglichst auf Lambda gleich Eins eingestellt.

In einer zweiten Betriebsart, einem sogenannten Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine **1**, wird die Drosselklappe **11** weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil **9** während einer durch den Kolben **2** hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum **4** eingespritzt, und zwar örtlich in die unmittelbare Umgebung der Zündkerze **10** sowie zeitlich in geeignetem Abstand vor dem Zündzeitpunkt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze **10** der Kraftstoff entzündet, so daß der Kolben **2** in der nunmehr folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs angetrieben wird. Das entstehende Drehmoment hängt im Schichtbetrieb weitgehend von der eingespritzten Kraftstoffmasse ab. Im wesentlichen ist der Schichtbetrieb für den Leerlaufbetrieb und den Teillastbetrieb der Brenn-

kraftmaschine **1** vorgesehen.

Bei einem Betrieb der Brennkraftmaschine **1**, bei dem Kraftstoff im Homogenbetrieb oder im Schichtbetrieb in den Brennräumen **4** verbrannt wird, entstehen Abgase, die den Katalysator **12** beaufschlagen. Die daraus resultierende Konvertierung der Abgase stellt eine exotherme Reaktion dar, die zu einer Erwärmung des Katalysators **12** führt. Durch diese Erwärmung behält der Katalysator **12** seine für eine Konvertierung erforderliche Betriebstemperatur bei.

Bei der Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine **1** durch das Steuergerät **18** sind im Homogenbetrieb und insbesondere im Schichtbetrieb Betriebspunkte vorhanden, in denen von der Brennkraftmaschine **1** nur eine niedrige Abgastemperatur erzeugt wird. Diese niedrige Abgastemperatur kann zur Folge haben, daß die für die Konvertierung erforderliche Betriebstemperatur des Katalysators **12** nicht erreicht oder unterschritten wird. Dies würde zu einer Verschlechterung der Abgasreinigung führen.

Zur Vermeidung einer derartigen Auskühlung des Katalysators **12** wird im Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur zumindest eine zusätzliche Einspritzung nach einer Verbrennung durchgeführt. Diese zusätzliche Einspritzung, die auch als Doppel Einspritzung bezeichnet werden kann, gelangt unverbrannt in das Abgasrohr **8** und zu dem Katalysator **12**. Dort wird der zusätzlich eingespritzte Kraftstoff an dem heißen Abgasrohr **8** und/oder an dem noch heißen Katalysator **12** verbrannt. Durch diese Verbrennung wird Wärme erzeugt, die eine Auskühlung des Katalysators **12** verhindert.

Die Anzahl und/oder die Zeitpunkte derartiger Doppel Einspritzungen kann von dem Steuergerät **18** derart gewählt werden, daß einerseits die für eine Konvertierung erforderliche Betriebstemperatur des Katalysators **12** nicht unterschritten wird, daß aber andererseits keine Überhitzung des Katalysators **12** stattfindet.

Als weitere Maßnahme kann vorgesehen sein, daß ein Temperatursensor **13** dem Katalysator **12** zugeordnet ist, der die aktuelle Temperatur des Katalysators **12** mißt und an das Steuergerät **18** weitergibt. Im Unterschied zu dem vorstehenden Verfahren, bei dem die Doppel Einspritzung während der gesamten Zeitspanne durchgeführt wird, in der sich die Brennkraftmaschine **1** in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur befindet, kann die Doppel Einspritzung von dem Steuergerät **18** nur auf diejenige Zeitspanne beschränkt werden, in der in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur die aktuelle Temperatur des Katalysators **12** unter einen Grenzwert fällt. Der Grenzwert kann beispielsweise bei etwa 400 Grad Celsius liegen und im Steuergerät **18** abgespeichert sein.

Der Leerlauf der Brennkraftmaschine **1** stellt einen Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur dar. Das vorstehend beschriebene Verfahren wird von dem Steuergerät **18** deshalb insbesondere im Leerlauf der Brennkraftmaschine **1** durchgeführt. Der Leerlauf wird dabei bei der beschriebenen direkteinspritzenden Brennkraftmaschine vorzugsweise im Schichtbetrieb ausgeführt.

Gegebenenfalls, beispielsweise während des Warmlauffens der Brennkraftmaschine, kann der Leerlauf aber auch im Homogenbetrieb ausgeführt werden. In diesem Fall kann das beschriebene Verfahren entsprechend angewendet werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine  
(1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer

Verdichtungsphase in einen Brennraum (4) der Brennkraftmaschine (1) eingespritzt wird, und bei dem ein Katalysator (12) mit Abgasen beaufschlagt wird, **da-durch gekennzeichnet**, daß in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur zumindest eine zusätzliche Einspritzung nach einer Verbrennung durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl und/oder die Zeitpunkte der zusätzlichen Einspritzungen derart gewählt werden, daß eine Betriebstemperatur des Katalysators (12) nicht unterschritten wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl und/oder die Zeitpunkte der zusätzlichen Einspritzungen derart gewählt werden, daß keine Überhitzung des Katalysators (12) stattfindet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Katalysators (12) gemessen wird, und daß die zusätzlichen Einspritzungen nur dann durchgeführt werden, wenn eine Grenztemperatur unterschritten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch die Anwendung im Leerlauf der Brennkraftmaschine (1).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch die Anwendung in der zweiten Betriebsart der Brennkraftmaschine (1).

7. Steuerelement, insbesondere Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 geeignet ist.

8. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei bei der Brennkraftmaschine (1) Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase in einen Brennraum (4) einspritzbar ist und ein Katalysator (12) mit Abgasen beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Steuergerät (18) in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur zumindest eine zusätzliche Einspritzung nach einer Verbrennung durchführbar ist.

9. Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei der Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase in einen Brennraum (4) einspritzbar ist, bei der ein Katalysator (12) mit Abgasen beaufschlagbar ist, und mit einem Steuergerät (18), dadurch gekennzeichnet, daß durch das Steuergerät (18) in einem Betriebspunkt mit einer niedrigen Abgastemperatur zumindest eine zusätzliche Einspritzung nach einer Verbrennung durchführbar ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

